

ВПЛИВ ПЛОЩІ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ ПІДКРІПЛЮЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ВЛАСНІ ЧАСТОТИ ПІДСИЛЕНОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ

П.В. Ясній, Ю.І. Пиндус, М.І. Гудь

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя Україна

Підсилені за допомогою стрингерів циліндричні оболонки широко використовуються у ракетобудівній галузі для виготовлення обтікачів ракет носіїв. Оболонки підсилюють за допомогою стрингерів та шпангоутів зсередини. На такий тип конструкцій діє цілий комплекс експлуатаційних навантажень зокрема від оточуючого газового потоку, динамічні навантаження від двигунів. Так, при транспортуванні авіаційним транспортом обтікачі можуть здійснювати як вільні, так і вимушені коливання, що спричинені турбулентністю повітря, роботою двигунів літака, вертикальними прискореннями. Аналіз впливу площі поперечного перерізу стрингерів на властивості вільних коливань є необхідним для вирішення задач оцінки НДС та втомної міцності підсиленої циліндричної оболонки при транспортуванні авіаційним транспортом.

У літературі відомі праці, які присвячені дослідженням динаміки оболонкових елементів ракетноносіїв та теорії підсилених оболонок [1-3]. Для моделювання використовували середовище ANSYS APDL, яке базується на використанні методу скінченних елементів. За допомогою модального аналізу визначали частоти власних коливань конструкції. У декартових координатах створювали скінченноелементну модель тонкостінного циліндра з підсиленням (рис. 1).

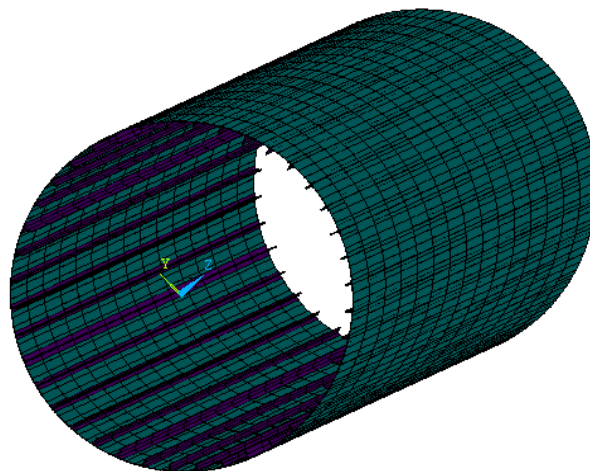


Рис. 1. Скінченноелементна модель тонкостінного циліндра підсиленого стрингерами

Геометричні розміри конструкції $L=6,3$ м, $D=1,8$ м, товщина $t_{\text{стінки}}=0,0015$ м. У підсиленій моделі (рис. 1 б) використовували стрингери ПР109-4 (32 шт) і ПР109-12 (8 шт), які розміщували на внутрішній поверхні оболонки симетрично та з постійним кроком. При моделюванні оболонки та стрингерів застосовували механічні властивості матеріалу Д16АТ: модуль Юнга $E = 7,2 \times 10^5$ МПа; коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,3$; $\rho = 2,7 \cdot 10^4$ Н/м³. Для створення оболонки скінченноелементної моделі циліндра використовували елемент SHELL181. Стрингери моделювали використовуючи лінійний двох вузловий просторовий балковий елемент BEAM 188.

Для оцінки впливу площі поперечного перерізу підкріплюючих елементів використовували стрингери типу ПР109-4 у яких поступово збільшували товщину стінок t_1 і t_2 .

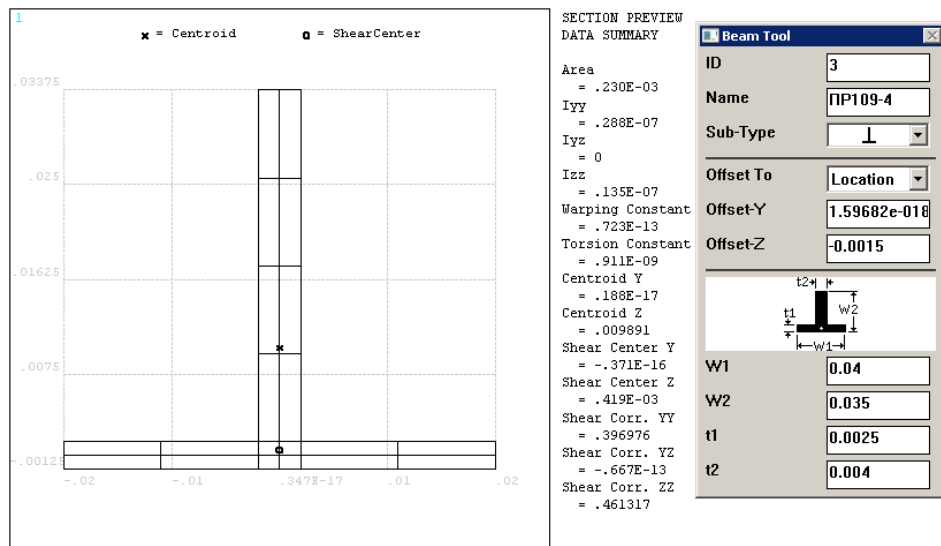


Рис. 2. Поперечний переріз, розміри та геометричні параметри стрингерів ПР109-4

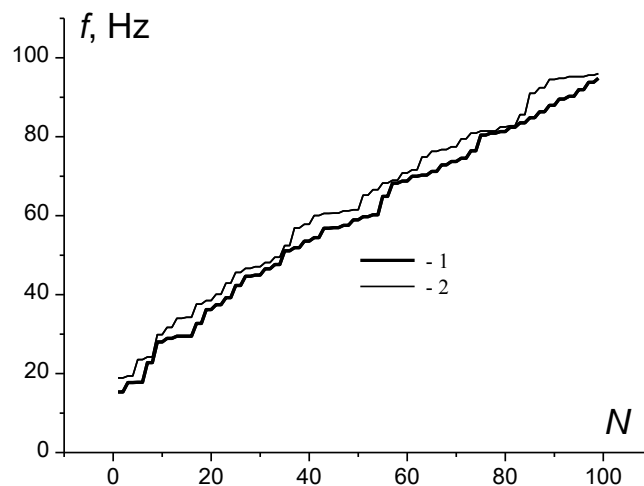


Рис. 3. Вплив площі поперечного перерізу стрингерів на власні частоти підсиленого тонкостінного циліндра

На рисунку 3 подані результати дослідження впливу рівня підсилення (площі (S) поперечного перерізу підкріплюючих елементів (стрингерів) на власні частоти підсиленої циліндричної оболонки.

Очевидно, що із збільшенням площі поперечного перерізу стрингерів власні частоти підсиленого циліндра зменшуються на ділянці вище 40 Гц. На ділянці до 40 Гц, при збільшенні площі поперечного перерізу до $0,54 \times 10^{-3} \text{ м}^2$, власні частоти зменшуються. Проте, при $S > 0,54 \times 10^{-3} \text{ м}^2$ на ділянці до 40 Гц власні частоти починають збільшуватись.

Література

1. Моссаковский В. И. Прочность ракетных конструкций / В. И. Моссаковский, А. Г. Макаренков, П.И. Никитин, Ю. И. Савин, И. Н. Спиридонов. – М.: Высшая школа, 1990. – 358 с.
2. Амиро И.Я. Теория ребристых оболочек / И. Я. Амиро, В. А. Заруцкий. – К.: Наукова думка, 1980. – 367 с. 3.
3. Амиро И.Я. Устойчивость ребристых оболочек вращения / И. Я. Амиро, О. А. Грачев, В. А. Заруцкий, А. С. Пальчевский, Ю. А. Санников. – К.: Наукова думка, 1987, 180 с.